

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/087803 A1

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01N 27/419, 27/406, 27/407

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00701

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. März 2003 (06.03.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 16 724.9 16. April 2002 (16.04.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **WIEDENMANN,**

Hans-Martin [DE/DE]; Brucknerstrasse 20, 70195 Stuttgart (DE). **DIEHL, Lothar** [DE/DE]; Grubenaecker 141, 70499 Stuttgart (DE). **MOSER, Thomas** [DE/DE]; Herrenwiesenweg 7, 71701 Schwieberdingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

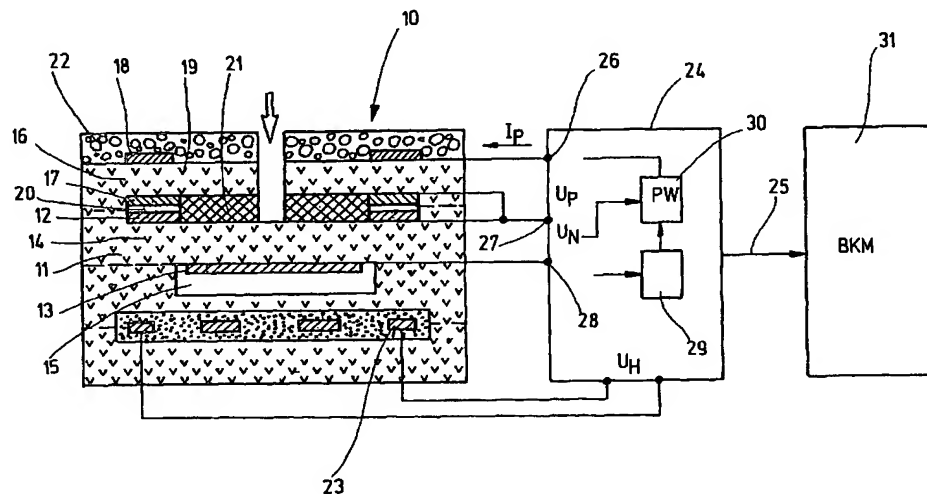
— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A BROADBAND LAMBDA PROBE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BREITBAND-LAMBDA-SONDE



(57) Abstract: Disclosed is a method for operating a broadband lambda probe for determining the concentration of oxygen in the exhaust gas of an internal combustion engine (31) which is operated with a fuel-air mixture, wherein a pump voltage (U_p) is applied to the pump cell (16) of the probe, said voltage being adjusted according to a Nernst voltage (U_N) which is picked off at the Nernst cell (11), driving a cathodic or anodic pump current (I_p) via the pump cell (16) according to the respective oxygen content of the exhaust gas. In order to maintain the measuring sensitivity of the probe (10) during fuel post-injection in lean operation mode and/or in the fast light off mode, the polarity of the pump voltage (U_p) is repeatedly reversed during the fuel post-injection and/or fast light off phase so that an anodic pump current is briefly adjusted, said pump current pumping oxygen ions into the measuring chamber (20) accommodating the measuring electrode (12) of the Nernst cell (11) and inner electrode (17) of the pump cell (16), said oxygen ions oxidizing the hydrocarbons therein.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Breitband-Lambdasonde für die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Abgas einer mit einem Kraftstoff-Luft-Gemisch betriebenen Brennkraftmaschine (31) angegeben, bei dem an die Pumpzelle (16) der Sonde (10) eine Pumpspannung (Up) angelegt wird, die abhängig von einer an der Nernstzelle (11) abgenommenen Nernstspannung (UN) eingestellt wird und je nach Sauerstoffgehalt des Abgases einen kathodischen oder anodischen Pumpstrom (Up) über die Pumpzelle (16) treibt. Um auch bei Kraftstoffnacheinspritzung im Magerbetrieb und/oder im "fast light off" die Meßempfindlichkeit der Sonde (10) aufrechtzuerhalten, wird während der Dauer einer Kraftstoffnacheinspritzung und/oder des "fast light off" die Pumpspannung (Up) wiederholt umgepolt, so daß sich kurzfristig ein anodischer Pumpstrom einstellt, der in den mit Meßelektrode (12) der Nernstzelle (11) und Innenelektrode (17) der Pumpzelle (16) belegten Meßraum (20), Sauerstoffionen hineinpumpt, die dort die Kohlenwasserstoffe oxidieren.

5

10 Verfahren zum Betreiben einer Breitband-Lambdasonde

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben einer Breitband-Lambdasonde für die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Abgas einer mit einem Kraftstoff-Luft-Gemisch betriebenen Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

20

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (DE 198 38 466 A1) wird zum Abbau eines Polarisierungseffekts an der Lambdasonde, der eine Verfälschung des Meßwerts zur Folge hat, nach einer längeren Dauer des Magerbetriebs der Lambdasonde, in der ein
25 kathodischer Pumpstrom fließt, durch ein Schaltmittel der Pumpstrom impulsartig umgekehrt, so daß die im Magerbetrieb normalerweise als Kathode betriebene Innenelektrode kurzzeitig anodisch belastet wird und die Bewegungsrichtung der gepumpten Sauerstoffionen sich umkehrt. Die Frequenz und
30 die Dauer der Impulse, mit der der Pumpstrom kurzfristig umgepolt wird, ist abhängig von der Detektions- oder

Nernstspannung zwischen Meß- oder Nernstelektrode und Referenzelektrode der Nernstzelle gewählt.

Zur Minderung des gleichen bei Langzeitmagerbetrieb den
5 Meßwert der Lambdasonde verfälschenden Polarisierungseffekts der Innenelektrode wurde bereits in der DE 101 16 930 vorgeschlagen, im Langzeitmagerbetrieb einen gepulsten Betrieb der Pumpzelle mit extremen Tastverhältnis durchzuführen, wobei der über die Pumpzelle von der äußeren
10 zur inneren Pumpelektrode fließende anodische Pumpstrom in sehr kleinen Intervallen umgekehrt wird.

Vorteile der Erfindung

15 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Breitband-Lamdasonde mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß während des Magerbetriebs der Brennkraftmaschine, in dem aus Gründen des Schutzes oder der Erhaltung oder Verbesserung der Funktion von dem Abgas
20 ausgesetzten Bauteilen, wie Oxidationskatalysator und Partikelfilter, eine Kraftstoffnacheinspritzung in den Brennraum der Brennkraftmaschine vorgenommen wird, die Lambdasonde durch die damit verbundene Kraftstoffanreicherung im Abgas nicht ihre Meßempfindlichkeit verändert. Eine solche
25 Nacheinspritzung wird beispielsweise zur Regenerierung eines dem Katalysator nachgeschalteten Partikelfilters vorgenommen, wobei die unverbrannten Kohlenwasserstoffe im Abgas erst im Katalysator nach der Lambdasonde verbrannt, d.h. oxidiert, werden. Kraftstoffnacheinspritzungen werden auch z.B. beim
30 Kaltstart in der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine zum schnellen Aufheizen des Katalysators durchgeführt, um dessen

volle Funktionsfähigkeit möglichst schnell zu erreichen. Der Verlust bzw. die Reduzierung der Meßempfindlichkeit der Lambdasonde bei einer Kraftstoffnacheinspritzung ist darin begründet, daß bei der Kraftstoffnacheinspritzung Fettgas die
5 im Magerbetrieb arbeitende Sonde trifft und die kathodisch belastete Innenelektrode der Pumpzelle (kathodischer Pumpstrom) nicht genügend katalytisch aktiv ist, um die durch die Diffusionssperre in den Meßraum gelangenden
10 erhöhte Kohlenwasserstoffkonzentration. Dadurch sinkt der Kohlenwasserstoff-Konzentrationsgradient über der Diffusionsbarriere und mindert den Kohlenwasserstoff-Einstrom.

Ein gleicher Effekt tritt in der Anlauf- oder Aufheizphase
15 der Lambdasonde auf, die unter dem Begriff "fast light off" als die Zeit vom Einschalten der Stromzufuhr zur Lambdasonde bis zu deren vollen Funktionsfähigkeit definiert ist. In dieser Phase ist die Innenelektrode der Pumpzelle noch nicht genügend katalytisch aktiv, um die durch die Diffusionssperre
20 in den Meßraum diffundierenden Kohlenwasserstoff zu oxidieren.

Die erfindungsgemäße wiederholte Umpolung der Pumpspannung sorgt nunmehr dafür, daß durch die wiederholte, kurzzeitige,
25 anodische Belastung der Innenelektrode der Pumpzelle Sauerstoffionen in den Meßraum hineingepumpt werden und dort die Kohlenwasserstoffe oxidieren. Wird die Wiederholrate der Umpolung der Pumpspannung hoch genug gewählt, so ändert sich die Dynamik der Sonde nicht. Bei genügend hoher
30 Elektrodentemperatur kann der Sauerstofftransport der

Pumpfrequenz wirksam folgen und die Katalyse der HC-Umsetzung wird verbessert.

5 Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Verfahrens möglich.

10 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird zur wiederholten Umpolung der Pumpspannung an die Pumpzelle eine Pulsfolge von Spannungspulsen mit konstanter Amplitude gelegt und durch Pulsweitenmodulation der Spannungspulse in Abhängigkeit von der Nernstspannung der Nernstzelle ein effektiver Pumpstrom eingestellt.

15 In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung wird zur wiederholten Umpolung der Pumpspannung an die Pumpzelle eine Pulsfolge von Spannungspulsen mit konstanter Pulsbreite gelegt und durch Änderung der Amplitude der Spannungspulse in Abhängigkeit von der Nernstspannung der Nernstzelle ein
20 effektiver Pumpstrom eingestellt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die Frequenz der Pulsfolge mit 10 - 2000 Hz, vorzugsweise 500 Hz gewählt. Wird die Frequenz der Pulsfolge gleich der
25 Abruftrate des Lambda-Signals von der Lambdasonde zum Zwecke der Einstellung des Kraftstoff-Luft-Gemischs der Brennkraftmaschine gewählt, so können mit diesem Verfahren auch Sonden mit einer niedrigen Betriebstemperatur von beispielsweise 500°C betrieben werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Pulsbetrieb der Pumpzelle zur Aufrechterhaltung der katalytischen Eigenschaft der Innenelektrode durchgehend auch im Mager- und Fettbetrieb der Brennkraftmaschine beibehalten.

- 5 Dadurch ergibt sich eine hard- und softwaremäßige Vereinfachung bei der Konzeption eines Steuergeräts zum Ansteuern der Breitband-Lambdasonde. Zusätzlich werden noch bekannte Vorteile erzielt, wie die Beseitigung der eingangs beschriebenen, sich der Nernstspannung überlagernden
- 10 Polarisationsspannung, die zu der sog. Fettdrift der Sonde führt.

Zeichnung

- 15 Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im folgenden näher beschrieben. Es zeigen in schematischer Darstellung:

20 Fig. 1 ein Querschnitt einer Breitband-Lambdasonde in Verbindung mit einem Blockschaltbild zu ihrer Ansteuerung,

Fig. 2 jeweils ein Diagramm der an der Pumpzelle
bis 5 anliegenden Pumpspannung für die maximal
25 möglichen Spannungsamplituden.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

- Die in Fig. 1 im Querschnitt schematisch skizzierte
30 Breitband-Lambdasonde 10 dient zur Bestimmung einer Sauerstoffkonzentration in Abgasen von Brennkraftmaschinen,

um ein Steuersignal zur Einstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemischs zu erhalten, mit dem die Brennkraftmaschine betrieben wird. Die Lambdasonde 10 besitzt eine Meß- oder Nernstzelle 11 mit einer Meßelektrode 12 und einer Referenzelektrode 13, die auf einem Festelektrolyten 14 angeordnet sind, sowie eine Pumpzelle 16 mit einer Außenelektrode 18, auch äußere Pumpelektrode, kurz APE, genannt, und einer Innenelektrode 17, auch innere Pumpelektrode, kurz - da sie mit der Nernstelektrode auf gleichem Potential liegt - IPN genannt, die ebenfalls auf einem Festelektrolyten 19 angeordnet sind. Als Festelektrolyten 18, 19 wird ein mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkoniumoxid verwendet. Die Referenzelektrode 13 ist in einem Referenzkanal 15 angeordnet, der von einem Referenzgas, üblicherweise Luft, beaufschlagt ist. Die Innenelektrode 17 der Pumpzelle 16 ist zusammen mit der Meßelektrode 12 der Nernstzelle 11, auch Nernstelektrode genannt, in einem Meßraum 20 angeordnet, der über eine Diffusionsbarriere 21 mit dem Abgas der Brennkraftmaschine in Verbindung steht. Die Außenelektrode 18 ist mit einer porösen Schutzschicht 22 überdeckt und direkt dem Abgas ausgesetzt. Zur Lambdasonde 10 gehört ferner eine Heizeinrichtung 23, die von einem sog. Heizmäander gebildet ist. Die Heizeinrichtung 23 ist mit einer Heizspannung U_H beaufschlagt und wird auf einer konstanten Betriebstemperatur von z.B. 780° gehalten.

Zum Betrieb der Lambdasonde 10 ist diese mit einem Steuergerät 24 verbunden, das seinerseits Steuersignale zur Einstellung des Kraftstoff-Luft-Gemischs in der Brennkraftmaschine generiert. In Fig. 1 ist die Brennkraftmaschine als Block 31 dargestellt, deren

Ansteuerung durch das Steuergerät 24 durch die Signalleitung 25 symbolisiert ist. Mit dem Steuergerät 24 ist die Pumpzelle 16 über die Klemmen 26 und 27 verbunden, wobei die Außenelektrode 18 an der Klemme 26 und die Innenelektrode 17 an der Klemme 27 angeschlossen ist. Die Nernstzelle 11 ist über die Klemmen 27, 28 mit dem Steuergerät 24 verbunden, wobei die Meßelektrode 12 an der Klemme 27 und die Referenzelektrode 13 an der Klemme 28 angeschlossen ist. Zwischen den Klemmen 27 und 28 ist die Detektions- oder Nernstspannung U_N abnehmbar, und an den Klemmen 26, 27 steht die Pumpspannung U_P an. Das Steuergerät 24 besitzt eine hier nicht dargestellte Regelschaltung, mit der die Pumpspannung U_P in Abhängigkeit von der Nernstspannung U_N eingestellt wird. Letztere ist wiederum abhängig von dem Sauerstoffverhältnis, dem die Meßelektrode 12 und die Referenzelektrode 13 ausgesetzt sind. Das Steuergerät 24 besitzt weiterhin einen Spannungsimpulsgenerator 29 und einen Pulsweitenmodulator 30 zur Steuerung der Pulsbreite der Spannungsimpulse oder Spannungspulse.

Mit dem vorstehend beschriebenen Steuergerät 24 wird die Lambdasonde 10 nach folgendem Verfahren betrieben:

Aufgrund des vorhandenen Sauerstoffkonzentrationsunterschieds zwischen Meßelektrode 12 und Referenzelektrode 13 stellt sich eine bestimmte Nernstspannung U_N ein, die ein Maß für die Sauerstoffkonzentration im Meßraum 20 ist. Abhängig von der Nernstspannung U_N wird eine an der Pumpzelle 16 liegende Pumpspannung U_P eingestellt, die einen Pumpstrom I_P über die Pumpzelle 16 treibt. Je nach Sauerstoffgehalt des Abgases ist dieser Pumpstrom I_P kathodisch (wie in Fig. 1 eingezeichnet)

oder anodisch, d.h. im ersten Fall ist die Außenelektrode 18 als Anode und die Innenelektrode 17 als Kathode und im zweiten Fall umgekehrt die Außenelektrode 18 als Kathode und die Innenelektrode 17 als Anode betrieben. Bei stabilem Betrieb der Brennkraftmaschine 31 mit einem im Magerbereich liegenden Kraftstoff-Luft-Gemisch ist der Pumpstrom I_p kathodisch, d.h. die Innenelektrode 17 der Pumpzelle 16 ist kathodisch belastet. Bei stabilem Betrieb der Brennkraftmaschine 31 mit einem im Fettbereich liegenden Kraftstoff-Luft-Gemisch ist der Pumpstrom I_p anodisch, d.h. die Innenelektrode 17 der Pumpzelle 16 ist anodisch belastet. Im ersten Fall werden Sauerstoffionen aus dem Meßraum 20 abgepumpt und im zweiten Fall werden Sauerstoffionen aus dem Abgas in den Meßraum 20 hineingepumpt. Die Pumpspannung U_p wird dabei so eingeregelt, daß im Meßraum 20 sich eine konstante Sauerstoffkonzentration einstellt, die eine konstante Nernstspannung von z.B. 450 mV zur Folge hat. Der sich einstellende Pumpstrom I_p ist ein Maß für die Sauerstoffkonzentration im Abgas und wird als Meßspannung erfaßt. Aus einer Kennlinie wird der zugehörige λ -Wert bestimmt.

Im Magerbetrieb der Brennkraftmaschine 31, d.h. bei Betrieb der Brennkraftmaschine 31 mit einem Kraftstoff-Luft-Gemisch im Magerbereich, werden für bestimmte Betriebsfälle, z.B. für die Regenerierung eines einem Katalysator nachgeordneten Partikelfilters, vom Steuergerät 28 Kraftstoffnacheinspritzungen ausgelöst, um durch einen Verbrennungsprozeß eine höhere Temperatur, z.B. am Partikelfilter zur Partikelbeseitigung, zu erreichen. Bei dieser Nacheinspritzung gelangen unverbrannte

Kohlenwasserstoffe in das Abgas, die im Oxidationskatalysator verbrannt werden und damit den Partikelfilter aufheizen. Da die Lambdasonde 10 vor dem Oxidationskatalysator angeordnet ist, gelangen die unverbrannten Kohlenwasserstoffe auf die
5 Lambdasonde 10. Die im Magerbetrieb kathodisch belastete Innenelektrode 17 der Pumpzelle 16 ist nicht genügend katalytisch, um die durch die Diffusionsbarriere 21 in den Meßraum 20 gelangenden Kohlenwasserstoffe zu oxidieren. Wie bereits eingangs beschrieben, sinkt dadurch die
10 Empfindlichkeit der Lambdasonde 10 in undefinierter Weise. Zur Regelung der Lambdasonde 10 während der Nacheinspritzung ist es aber erforderlich, die mageren und fetten Abgasbestandteile vollständig zu erfassen. Hierzu wird während der Dauer einer Kraftstoffnacheinspritzung im
15 Magerbetrieb eine kurzzeitige Umpolung der Pumpspannung U_p wiederholt vorgenommen, so daß die Innenelektrode 17 wiederholt anodisch belastet wird und sich kurzfristig ein gegensinniger Pumpstrom I_p einstellt. Dadurch werden Sauerstoffionen in den Meßraum 20 hineingepumpt werden, wo
20 sie die Kohlenwasserstoffe oxidieren. Durch diese Kohlenwasserstoff-Umsetzung ist nunmehr wiederum der Sauerstoffabtransport aus dem Meßraum 20 bei kathodischem Pumpstrom I_p möglich. Wird die Frequenz der Umpolung genügend hoch gewählt, ändert sich die Dynamik der Lambdasonde 10
25 nicht. Bei genügend hoher Temperatur der Lambdasonde 10 kann der Sauerstofftransport der Pumpfrequenz wirksam folgen und die Katalyse der Kohlenwasserstoff-Umsetzung wird verbessert.

Die wiederholte Umpolung der Pumpspannung U_p an der Pumpzelle
30 16 wird dadurch erreicht, daß an die Pumpzelle 16 eine Pulsfolge von Spannungspulsen mit konstanter Amplitude gelegt

- wird, die im Spannungsimpulsgenerator 29 erzeugt werden, wobei mittels des Pulsweitenmodulators 30 die Breite bzw. Weite der Spannungspulse in Abhängigkeit von der Nernstspannung U_N so variiert wird, daß sich ein effektiver Pumpstrom I_p einstellt. Der Effektivwert des Pumpstroms I_p ist gleich dem Pumpstrom I_p bei bekanntem Gleichstrombetrieb der Lambdasonde 10 im Magerbetrieb und Fettbetrieb der Brennkraftmaschine 31.
- 10 In Fig. 2 ist die Pumpspannung U_p an der Pumpzelle 16 in Abhängigkeit von der Zeit t für den Magerbetrieb, für den Fettbetrieb und für den Magerbetrieb mit Fettgas durch Kraftstoffnacheinspritzung schematisiert dargestellt. Dabei ist lediglich die maximale Pumpspannung an der Außenelektrode 18 gegenüber der Innenelektrode 17 der Pumpzelle 16 dargestellt. Wie zu sehen ist, ist im Magerbetrieb die Außenelektrode 18 anodisch belastet, so daß ein kathodischer Pumpstrom fließt, durch den Sauerstoffionen aus dem Meßraum 20 herausgepumpt werden. Ändert sich die
- 15 Gemischzusammensetzung der Brennkraftmaschine und wird im Abgas ein Sauerstoffmangel detektiert, so wird die Pumpspannung U_p umgepolt und nunmehr die Innenelektrode 17 anodisch belastet. Dadurch werden die Sauerstoffionen aus dem Abgas in den Meßraum 20 hineingepumpt, so daß die
- 20 Sauerstoffkonzentration im Meßraum 20 auch in dem durch die Nacheinspritzung verursachten kurzzeitigen Fettbetrieb konstant gehalten wird. Im letzten Teil der Fig. 2 ist die Pumpspannung U_p im Magerbetrieb bei Kraftstoffnacheinspritzung dargestellt. Durch die periodische
- 25 Umschaltung der Pumpspannung U_p wird der an sich kathodische Pumpstrom I_p kurzzeitig in einen anodischen Pumpstrom I_p

umgekehrt, wobei der Effektivwert dieses anodischen Pumpstroms I_p durch die Breite der negativen Spannungsimpulse festgelegt ist.

5 In Abwandlung des beschriebenen Betriebsverfahrens der Lambdasonde 10 kann die wiederholte Umpolung der Pumpspannung U_p während der Dauer einer Kraftstoffnacheinspritzung auch mit einer Pulsfolge von Spannungspulsen realisiert werden, die eine konstante Pulsbreite aufweisen. In diesem Fall wird
10 der effektive Pumpstrom I_p durch Änderung der Amplituden der Spannungspulse in Abhängigkeit von der Nernstspannung U_N der Nernstzelle 16 eingestellt, wie dies in Fig. 3 im Bereich "Fettgas im Magerbetrieb" bei Nacheinspritzung dargestellt ist.

15 Die Frequenz der Pulsfolge wird in beiden Fällen der Fig. 2 und 3 zwischen 10 und 2000 Hz gewählt. Als günstig hat sich dabei eine Frequenz von 500 Hz herausgestellt. Als vorteilhaft hat sich erwiesen, über die Heizeinrichtung 23 in
20 den Zeiten, in denen das Steuergerät 24 die Nacheinspritzung aktiviert, die Betriebstemperatur der Lambdasonde 10 zu erhöhen, z.B. von 780°C auf 880°C.

Alternativ kann die Pulsfolge der Spannungspulse mit dem Takt
25 synchronisiert werden, mit dem das Lambdasignal, also der sich einstellende, effektive Pumpstrom I_p , zur Steuerung der Einstellung des Kraftstoff-Luft-Gemischs abgerufen wird. In diesem Fall kann das beschriebene Verfahren auch für
Lambdasonden 10 mit niedrigerer Betriebstemperatur von
30 beispielsweise 500°C eingesetzt werden.

Die beschriebene wiederholte Umpolung der Pumpzelle 16 wird über die Phasen der Nacheinspritzung hinaus auch in der Anlauf- oder Aufheizphase der Lambdasonde 10 in der beschriebenen Weise durchgeführt, da auch hier die

5 Empfindlichkeit der Lambdasonde 10 durch die geringe katalytische Wirkung der Innenelektrode 17 der Pumpzelle 16 gestört ist. Die Anlauf- oder Aufheizphase der Lambdasonde 10 ist durch die sog. "fast light off", d.h. die Zeit vom Beginn der Bestromung der Lambdasonde 10 bis zu deren vollen

10 Funktionsfähigkeit, festgelegt.

Zur Vereinfachung der elektronischen Schaltung kann der Pulsbetrieb der Lambdasonde 10 während der Nacheinspritzung und/oder der "fast light off" auch ausgedehnt werden auf den

15 gesamten Betrieb der Lambdasonde 10 im Mager- und Fettbereich, wie dies in den Spannungsdiagrammen der Fig. 4 und 5 dargestellt ist. In gleicher Weise wie zu Fig. 2 und 3 beschrieben ist, kann der effektive Pumpstrom I_p entweder durch Pulsweitenmodulation der Spannungspulse mit konstanter

20 Amplitude (Fig. 4) oder durch Amplitudenvariation der Spannungsimpulse bei konstanter Pulsbreite (Fig. 5) sowohl im Magerbetrieb als auch Fettbetrieb und - wie bereits beschrieben - bei Fettgas im Magerbereich durch Kraftstoffnacheinspritzung eingestellt werden.

25

Die Erfindung ist nicht auf den dargestellten und beschriebenen Aufbau der Breitband-Lamdasonde beschränkt. Das gleiche Verfahren kann auch zum Betreiben einer modifizierten flachbauenden Breitband-Lamdasonde eingesetzt

30 werden, wie sie in DE 199 41 051 A1 beschrieben ist.

5

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betreiben einer Breitband-Lambdasonde (10)
für die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Abgas
einer mit einem Kraftstoff-Luft-Gemisch betriebenen
Brennkraftmaschinen, die eine Nernstzelle (11) mit einer
Meßelektrode (12) und einer in einem Referenzkanal (15)
15 einem Referenzgas ausgesetzten Referenzelektrode (13)
und eine Pumpzelle (16) mit einer dem Abgas ausgesetzten
Außenelektrode (18) und mit einer mit der Meßelektrode
(12) in einem vom Abgas durch eine Diffusionsbarriere
(21) getrennten Meßraum (20) angeordneten Innenelektrode
20 (17) aufweist, bei dem an die Pumpzelle (16) eine
Pumpspannung (U_P) angelegt wird, die abhängig von einer
der Sauerstoffkonzentration im Meßraum (20)
entsprechenden, an der Nernstzelle (16) abgenommenen
Nernstspannung (U_N) eingestellt wird und je nach
25 Sauerstoffgehalt des Abgases einen kathodischen oder
anodischen Pumpstrom (I_P) über die Pumpzelle (16)
treibt, der bei stabilem Betrieb der Brennkraftmaschine
mit einem im Magerbereich liegenden Kraftstoff-Luft-
Gemisch (Magerbetrieb) kathodisch und bei stabilem
30 Betrieb der Brennkraftmaschine mit einem im Fettbereich
liegenden Kraftstoff-Luft-Gemisch (Fettbetrieb) anodisch

ist, und bei dem während des Magerbetriebs wiederholt kurzzeitig die Pumpspannung (U_P) umgepolt wird, so daß sich kurzfristig ein gegensinniger Pumpstrom (I_P) einstellt, dadurch gekennzeichnet, daß die wiederholte Umpolung der Pumpspannung (U_P) während der Dauer einer Kraftstoffnacheinspritzung im Magerbetrieb der Brennkraftmaschine (31) und/oder während der Aufheizphase der Lambdasonde (10) vorgenommen wird.

- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur wiederholten Umpolung der Pumpspannung (U_P) an die Pumpzelle (16) eine Pulsfolge von Spannungspulsen mit konstanter Amplitude gelegt wird und durch Pulsweitenmodulation der Spannungspulse in Abhängigkeit von der Nernstspannung (U_N) der Nernstzelle (11) ein effektiver Pumpstrom (I_P) eingestellt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur wiederholten Umpolung der Pumpspannung (U_P) an die Pumpzelle (16) eine Pulsfolge von Spannungspulsen mit konstanter Pulsbreite gelegt wird und durch Änderung der Amplituden der Spannungspulse in Abhängigkeit von der Nernstspannung (U_N) der Nernstzelle (11) ein effektiver Pumpstrom (I_P) eingestellt wird.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Pulsfolge mit 10 - 2000 Hz, vorzugsweise 500 Hz, gewählt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Pulsfolge gleich
- 30

der Abruftrate des Lambdasignals für die Einstellung des Kraftstoff-Luft-Gemischs der Brennkraftmaschine (31) gewählt wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dauer der Nacheinspritzung und/oder der Aufheizphase der Lambdasonde (10) die Betriebstemperatur der Lambdasonde (10) erhöht wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulsbetrieb der Pumpzelle (16) durchgehend im Mager- und Fettbetrieb der Brennkraftmaschine (31) beibehalten wird.

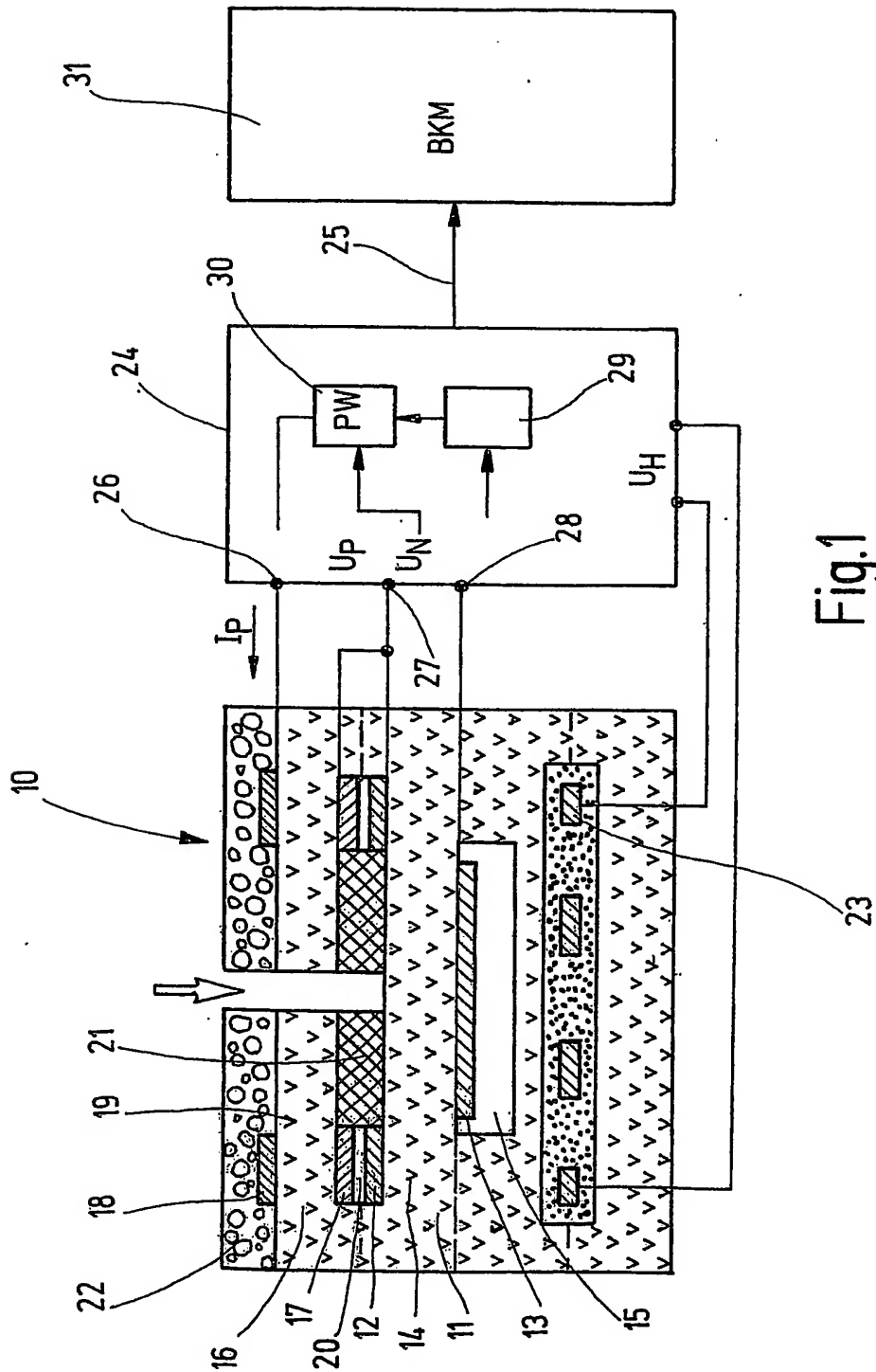


Fig.1

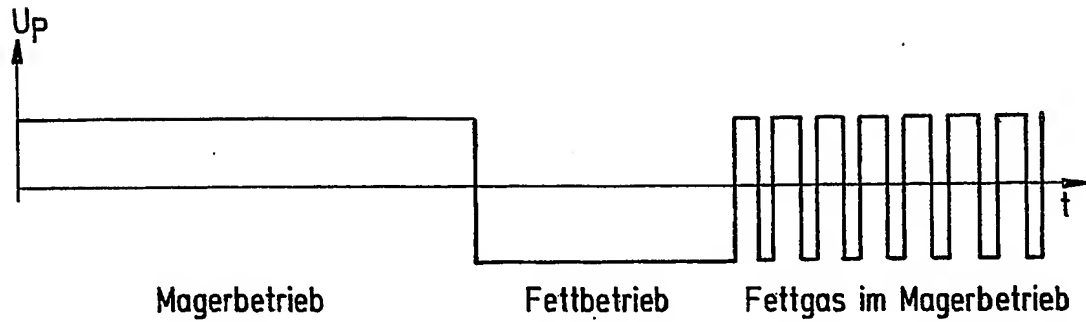


Fig.2

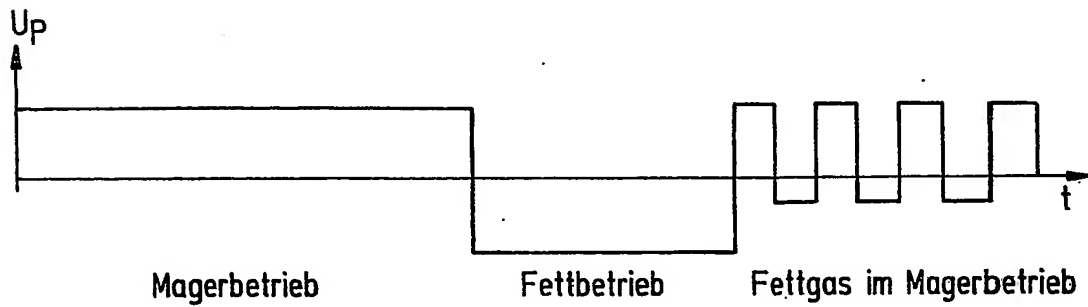


Fig.3

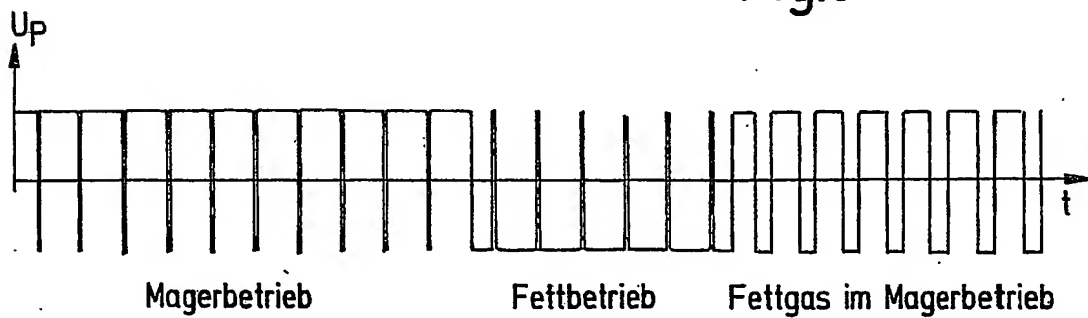
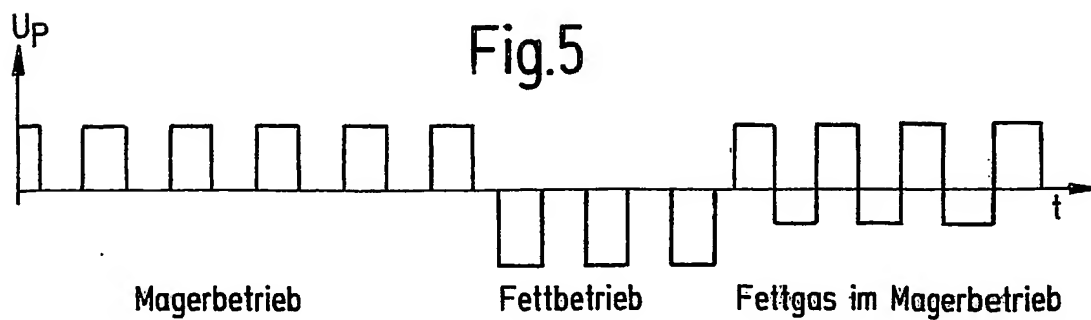


Fig.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 03/00701

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N27/419 G01N27/400 G01N27/407

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 38 466 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2 March 2000 (2000-03-02) cited in the application abstract column 2, line 54 - column 4, line 11; figure 1	1-7
A	US 4 601 809 A (KITAHARA TSUYOSHI) 22 July 1986 (1986-07-22) abstract column 8, line 44 - line 61; figure 1	1-7
A	US 4 803 866 A (MIKI MASAYUKI ET AL) 14 February 1989 (1989-02-14) abstract column 5, line 34 - line 65; figure 1	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 August 2003

Date of mailing of the international search report

29/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kempf, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/00701

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19838466	A	02-03-2000	DE 19838466 A1	02-03-2000
			JP 2000065793 A	03-03-2000
			US 6301951 B1	16-10-2001
US 4601809	A	22-07-1986	JP 60219547 A	02-11-1985
US 4803866	A	14-02-1989	JP 1965927 C	25-08-1995
			JP 6097220 B	30-11-1994
			JP 62261953 A	14-11-1987
			DE 3715461 A1	12-11-1987
			KR 9108589 B1	19-10-1991

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01N27/419 G01N27/400 G01N27/407

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 38 466 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2. März 2000 (2000-03-02) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildung 1 ---	1-7
A	US 4 601 809 A (KITAHARA TSUYOSHI) 22. Juli 1986 (1986-07-22) Zusammenfassung Spalte 8, Zeile 44 - Zeile 61; Abbildung 1 ---	1-7
A	US 4 803 866 A (MIKI MASAYUKI ET AL) 14. Februar 1989 (1989-02-14) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 34 - Zeile 65; Abbildung 1 -----	1-7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

A Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. August 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/08/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kempf, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/00701

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19838466	A	02-03-2000	DE 19838466 A1 02-03-2000
		JP 2000065793 A 03-03-2000	
		US 6301951 B1 16-10-2001	
US 4601809	A	22-07-1986	JP 60219547 A 02-11-1985
US 4803866	A	14-02-1989	JP 1965927 C 25-08-1995
		JP 6097220 B 30-11-1994	
		JP 62261953 A 14-11-1987	
		DE 3715461 A1 12-11-1987	
		KR 9108589 B1 19-10-1991	